

# PEMETAAN PREDIKSI ALIRAN LAVA GUNUNG BROMO MENGGUNAKAN CITRA ASTER GDEM

## (Studi kasus : Gunung Bromo)

Rachmah, Aisyah.<sup>a\*</sup>, Darpono, Agus.<sup>a</sup>, Purwanto, Heri.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Teknik Geodesi S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang  
aisyahrachmah5@gmail.com

### ABSTRACT :

Tujuan skripsi ini adalah pembuatan peta jalur aliran lava pada Gunung Bromo menggunakan teknologi penginderaan jauh menggunakan data ASTER GDEM. Sehingga didapat tingkat kerentanan tertinggi hingga terendah berdasarkan parameter tutupan lahan. Pemetaan prediksi aliran lava ini menggunakan citra ASTER GDEM kemudian diolah menggunakan ArcGIS dengan *tool* analisis hidrologi. Aliran lava merupakan pola aliran air yang didapat sesuai dengan sifat kegunungapian gunung api Bromo. Kemudian aliran lava ini *dibuffering* untuk analisis potensi dan tingkat kerentanan pada kawasan Bromo. Dari hasil analisa yang telah dilakukan pada permukiman, tanah ladang, dan kebun pada masing – masing kawasan rawan bencana dan *buffer* pada jarak 100 m, 200 m, dan 300 m menunjukkan bahwa Pasir, tanah ladang, dan Kebun di desa Ngadisari terkena dampak aliran lava terbesar dibanding pada desa-desa lainnya. Sedangkan secara keseluruhan tutupan lahan yang terkena dampak aliran lava terbesar adalah pasir dan hutan. Pada Kawasan Rawan Bencana sesuai dengan ketetapan yang telah ditetapkan oleh BNPB juga diketahui bahwa tutupan lahan yang terkena dampak aliran lava terbesar adalah pasir, kemudian hutan, selanjutnya ada tanah ladang, permukiman, kebun dan yang terakhir adalah tubuh air. Pemetaan aliran lava diharapkan dapat membantu pemerintah dalam mengurangi jumlah kerugian baik materiil maupun korban jiwa. Dari hasil diatas juga dapat ditentukan jalur evakuasi bencana yang cepat dan tepat. Yang bisa digunakan oleh warga apabila sewaktu – waktu terjadi erupsi pada Gunung Bromo.

**Key Words : Gunung Bromo, Tutupan Lahan, Aliran Lava, Buffer, Kawasan Rawan Bencana**

### 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki banyak gunung api aktif yang tersebar pada jalur cincin api (ring of fire). Salah satunya adalah gunungapi Bromo, bahaya yang ditimbulkan oleh kegiatan letusan ini berupa benda padat, cair, dan gas serta campuran ketiganya yang cenderung menimbulkan korban jiwa dan harta. Dampak setelah erupsi berakhir berupa lahar hujan yang mengakibatkan kerusakan lahan pertanian, serta berbagai macam penyakit yang timbul akibat pencemaran. Selain itu, masih ada lava encer yang meleleh jauh dari sumbernya membentuk aliran seperti sungai melalui lembah dan membeku menjadi batuan (Arwan, 2016).

Bila lava agak kental, maka lava akan mengalir tidak jauh dari sumbernya membentuk kubah lava dan pada bagian pinggirnya membentuk blok – blok lava tetapi suhunya masih tinggi, bila posisinya tidak stabil akan mengalir membentuk awan panas guguran dari lava. Gunung Bromo merupakan salah satu gunungapi aktif yang terdapat di Jawa Timur. Gunung Bromo memiliki tipe letusan tipe vulkano, yang artinya letusan ini

mengeluarkan material padat seperti, bom, abu, lapili, serta bahan padat dan cair atau lava.

Tipe letusan ini dikelompokkan atas kekuatan erupsi ke dalam dapur magmanya. Dapur magma yang bervariasi dari dangkal hingga dalam, sehingga memiliki tekanan yang sedang sampai tinggi. Daya rusak yang dihasilkannya pun juga cukup besar. Gunung bromo memiliki siklus meletus tahunan yaitu sekitar 2- 5 tahun sekali. Dengan riwayat erupsi terakhir pada bulan April tahun 2011. Setelah terjadi erupsi pada April 2011, Bromo kembali berstatus waspada pada tanggal 3 Oktober 2012 pukul 12.30, dan hingga tahun 2013 pun status Bromo masih tetap waspada. Hingga pada tahun 2014 – 2017 Bromo dinaikkan statusnya menjadi siaga (ESDM, 2015).

ASTER GDEM merupakan citra penghasil data DEM yang merupakan citra satelit yang diluncurkan oleh Jepang dan NASA yang memiliki resolusi 30 meter. Di dalam ASTER GDEM terdapat sensor VNIR dan SWIR yang dapat diterapkan untuk mengetahui aktifitas gunung, sehingga kerusakan dan korban yang ditimbulkan oleh bencana alam ini dapat dihindari atau

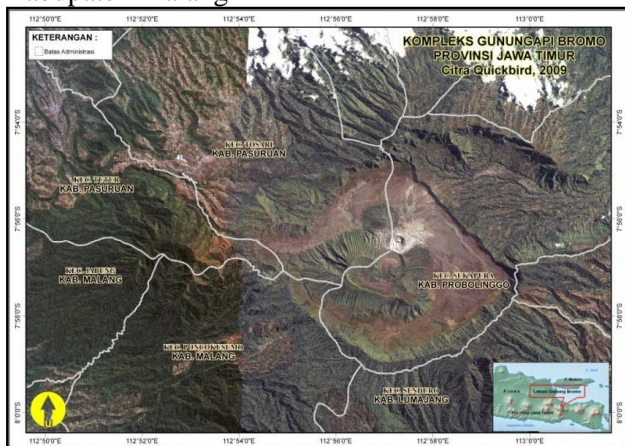
dikurangi. Pemilihan studi kasus Bromo, adalah untuk memberi referensi atau panduan yang memadai dalam upaya evakuasi bencana. Tujuan skripsi ini adalah pembuatan peta jalur aliran lava pada Gunung Bromo menggunakan teknologi penginderaan jauh menggunakan data ASTER GDEM. Lokasi penelitian dilaksanakan di Gunung Bromo. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi spasial (peta) mengenai jalur aliran lava pada Gunung Bromo yang nantinya bisa digunakan sebagai penunjang sistem mitigasi bencana alam Gunung Bromo.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1 Lokasi Penelitian

Gunung Bromo masuk dalam Kabupaten Malang, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Lumajang, dan Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Dan secara geografis terletak pada posisi 7°51' - 8°11' LS, 112°47' - 113°10' BT dengan ketinggian 2.392 m dpl.

1. Sebelah Utara : Kecamatan Tosari, Kabupaten Pasuruan
2. Sebelah Timur : Kecamatan Sukapura, Kabupaten Probolinggo
3. Sebelah Selatan : Kecamatan Sendero, Kabupaten Lumajang
4. Sebelah Barat : Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang



Gambar 3.1 lokasi Penelitian

(sumber : <http://loketpeta.pu.go.id/>)

### 2.2 Data dan Peralatan

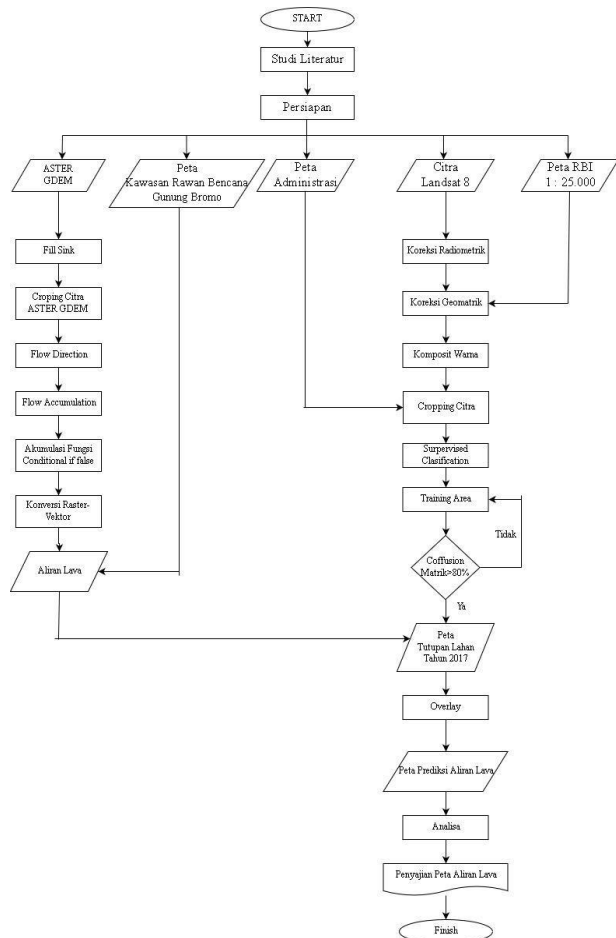
1. Data yang butuhkan, meliputi :
  - a. Citra Landsat 8 tahun 2017, tanggal perekaman 5 Juni 2017. Path/row 116/55
  - b. Citra ASTER GDEM v.2, Perekaman Oktober tahun 2011.
  - c. Peta administrasi Kabupaten Malang, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Lumajang.

d. Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Bromo

2. Peralatan yang digunakan adalah :

- a) Laptop
- b) GPS Handheld
- c) ArcGis 10.3
- d) Envi 5.1
- e) Microsoft Word
- f) Microsoft Excel

### 2.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Keterangan Diagram Alir :

1. Persiapan  
Dalam tahapan persiapan yang dilakukan adalah pengumpulan peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi perangkat keras, perangkat lunak, data spasial, dan non spasial.
2. Proses Fill pada Spatial Analyst Tools, pada proses ini perbedaan secara visual belum terlihat jelas.
3. Selanjutnya adalah proses Flow Direction, tujuan dari proses ini adalah membuat penelusuran aliran (flow routing) untuk memunculkan arah aliran lava.

4. Setelah itu, dilakukan proses Flow Accumulation yang berfungsi untuk penentuan lokasi dimana beberapa arah air bergabung menjadi arah aliran baru.

5. Setelah hasil akumulasi aliran air didapat, kemudian dilakukan konversi dari bentuk raster ke bentuk vektor menggunakan tool stream link – stream order – stream to feature. Proses ini akan menghasilkan data vektor berupa aliran air dengan kondisi air mengalir dari puncak gunung menuju daerah yang lebih rendah. Data vektor ini akan digunakan sebagai data aliran lava, dengan mem-buffering dari pusat letusan sesuai dengan (VEI volcanos) ukuran, gaya/style, volume, dan jarak dari lava Gunungapi Bromo.

6. Pembuatan dan multi-buffering aliran lava Aliran lava di multiringbuffer untuk mendapatkan daerah yang terlanda pada aliran lava. Dilakukan buffering pada rawan 100 m, 200 m, dan 300 m untuk analisis kawasan yang terlanda aliran lava pada kawasan yang terkena landaan hasil buffering. Jarak tersebut digunakan sebagai daerah yang terlanda maupun tingkat potensi sebaran aliran lava.

7. Selanjutnya dilakukan overlay terhadap Peta tutupan lahan terhadap aliran lava.

8. Sehingga dihasilkan peta tingkat kerentanan bencana dengan Tutupan lahan.

9. Terakhir dibuatlah analisis dan pelaporan.

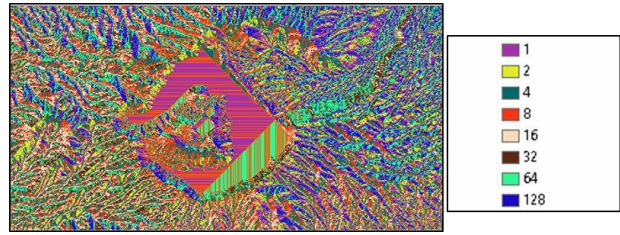
### 3. Hasil dan Pembahasan

Fill Sink citra ASTER GDEM berfungsi untuk mengisi grid elevasi, maksudnya adalah apabila ada perbedaan elevasi yang sangat mencolok dibandingkan dengan elevasi disekitarnya, maka proses ini dimaksudkan untuk menghilangkan atau mengisi grid elevasi yang mempunyai perbedaan mecolok tersebut.



Gambar 3 Hasil *Fill Sink*.

Proses *Flow Direction* tujuan dari proses ini adalah membuat penelusuran aliran (flow routing) untuk memunculkan aliran lava. Metode *Steepest Slope* merupakan aliran menuju nilai piksel terendah dengan memperhitungkan delapan tetangga sekitar ditambah faktor kemiringan sudut tangensial yang terdapat pada keempat pojok tetangganya.



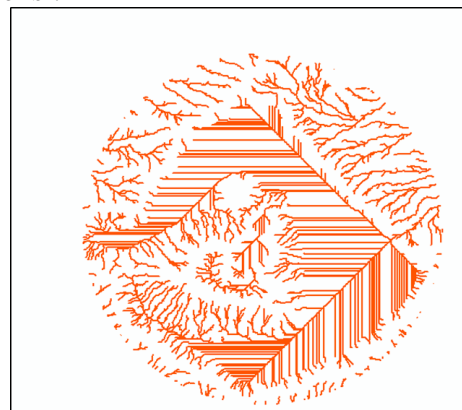
Gambar 4 Hasil proses Flow Direction.

Dibawah ini adalah maksud dari *direction code*

*Direction Code Direction*

1	Timur
2	Tenggara
4	Selatan
8	Barat Daya
16	Barat
32	Barat Laut
64	Utara
128	Timur Laut

*Flow Accumulation* menggunakan Metode *Steepest Slope* Fungsi ini memodelkan mengenai jumlah akumulasi aliran lava yang terjadi pada suatu wilayah tertentu. Sebagai hasil ukur akan terdapat nilai akumulasi air yang biasanya juga identik dengan aliran hidrologi senbenarnya di lapangan. Kemudian didapatkan hasil akumulasi aliran dalam bentuk 2 dimensi.



Gambar 5 Hasil *Flow Accumulation*

Akumulasi Fungsi *Conditional If/Else*

menggunakan Metode *Steepest Slope*  
Proses akumulasi fungsi conditional if/else untuk memperjelas arah aliran air dari arah puncak

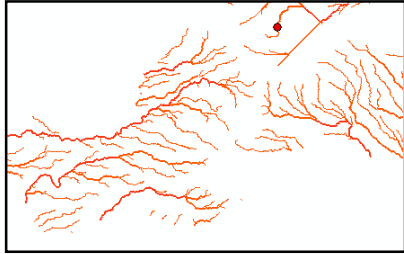


Gambar 6 Hasil Akumulasi fungsi *Conditional If/Else*



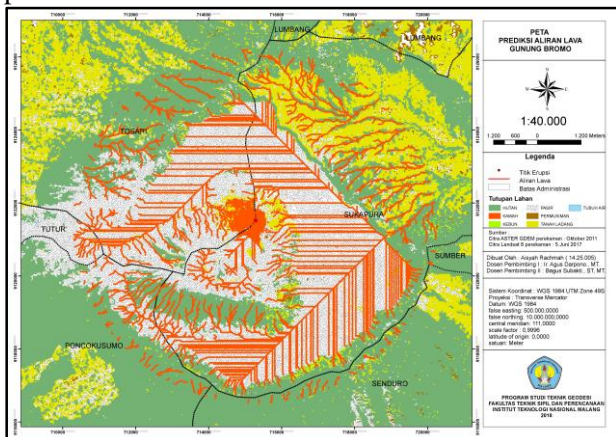
## Konversi Raster to Vektor

Setelah hasil akumulasi aliran air didapat, kemudian dilakukan konversi dari bentuk raster ke bentuk vektor menggunakan tool stream link – stream order – stream to feature. Proses ini akan menghasilkan data vektor berupa aliran air dengan kondisi air mengalir dari puncak gunung menuju daerah yang lebih rendah.

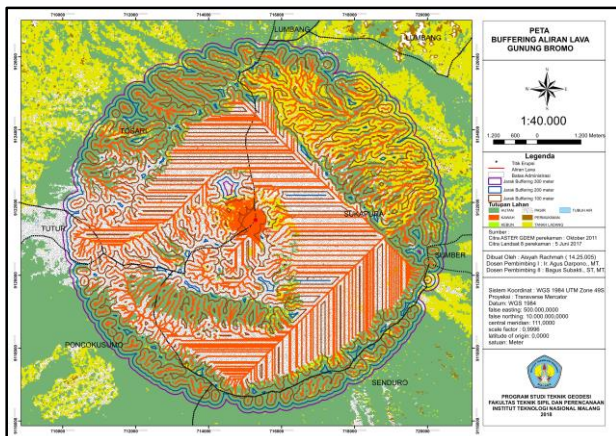


Gambar 7 hasil konversi raster to vektor

Pemodelan aliran lava merupakan suatu parameter yang digunakan untuk menganalisis dampak dari erupsi Gunung Bromo terhadap tutupan lahan yang ada pada Kawasan Wisata Gunung Bromo. Setelah didapat aliran lava maka dilakukan proses multi-buffer untuk memperluas dampak dari aliran lava tersebut. Jarak yang digunakan dalam multi-buffer adalah 100 meter, 200 meter, dan 300 meter. Analisis akan dilakukan per jarak dari multi-buffer tersebut. Dibawah ini adalah gambaran dari prediksi aliran lava secara keseluruhan.



Gambar 8 Aliran Lava secara keseluruhan



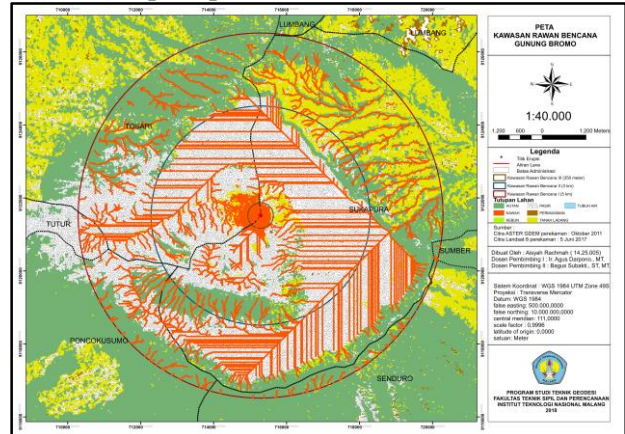
Gambar 9 Buffer Aliran Lava

Dari hasil *buffer* diatas dapat diketahui bahwa tutupan lahan yang paling luas terkena dampak aliran lava adalah pasir dengan luas total yaitu 137,358256 km<sup>2</sup>.

Analisa Tutupan Lahan Terdampak Aliran Lava Pada Kawasan Rawan Bencana Berdasarkan

## Ketentuan BNPB

Untuk mengetahui desa yang termasuk pada kawasan rawan bencana maka dilakukan *multi-buffering* seperti pada dibawah ini :



Gambar 10 Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Bromo

Setelah itu dilakukan analisis desa yang terdampak dan luasan desa yang terdampak. Sehingga didapat hasil seperti dibawah ini :

Tabel 1 Desa pada Kawasan Rawan Bencana

NO	Kawasan Rawan Bencana (KRB)	Desa	Luas (km <sup>2</sup> )
1.	Kawasan Rawan Bencana I (5 Km)	Sapih, Argosari, Ngadas, Mororejo, Podokoyo, Wonokitri, Ngadisari, Ngadirejo, Ngadas,	89,91050509
2.	Kawasan Rawan Bencana II (3 Km)	Argosari, Podokoyo, Ngadisari	37,81772054
3.	Kawasan Rawan Bencana III (350 m)	Podokoyo, Wonokitri, Ngadisari	0,384844294
Jumlah			128,113069924

## 4. Kesimpulan

1) Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tutupan lahan yang terkena dampak paling luas pada bencana aliran lava adalah pasir. sehingga apabila sewaktu waktu terjadi letusan agar masyarakat menghindari daerah sekitar pasir.

## 5. Referensi

- BNPB. 2013. Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI), Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Cahyan.Pramuda, Aswin. Muhammad, dan Mustofa.Ali. 2013. Segmentasi Citra Digital dengan Menggunakan Algoritma Watershed dan Lowpass Filter Sebagai Proses Awal. Malang: Jurnal Universitas Brawijaya.
- ESDM. 2011. Pedoman Mitigasi Bencana Gunungapi, Gerakan Tanah, Gempa Bumi dan

- Tsunami. Jakarta : Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM).
- Handayani.Dewi, Soelistijadi.R, dan Mustofa.Ali. 2005. Pemanfaatan Analisis Spisial Untuk Pengolahan Data Spasial Sistem Informasi Geografis. Semarang: Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK. Vol. X: 108-116.
- Mulyana, A.R., 2010, Pemetaan Kawasan Rawan Bencana G. Sinabung, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi; Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Ogburn, S.E., Loughlin, S., & Calder, E.S. 2015. The association of lava dome growth with major explosive activity ( $VEI \geq 4$ ): DomeHaz, a global dataset. Bulletin of Volcanology, 77, 1-17. DOI: 10.1007/s00445-015-0919-x.
- Togatorop.Polin, Subiyanto.Sawitri, dan Wijaya.Arwan. 2016. Pemetaan Potensi Bencana Aliran Lava Gunung Sinabung Menggunakan Citra ASTER GDEM. Semarang: Jurnal Geodesi Undip. Vol. 5, No. 2.
- USGS. 2014. Landsat 8. URL:<http://landsat.usgs.gov>.
- Vsi ESDM. 2014. Sejarah Letusan Gunung Bromo. URL:<http://www.vsi.esdm.go.id> Mather.P.M. 1987. Computer Processing of remotely – sensed Images An Introduction, Chicester : Wiley. 1st Edition.
- Danoedoro, Projo. 1996. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta : Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada.
- Guntara.2014. ArcGIS. URL:<http://www.guntara.com> Guntara.2013. ENVI. URL:<http://www.guntara.com>
- Vsi ESDM. 2014. Sejarah Letusan Gunung Bromo. URL:<http://www.vsi.esdm.go.id>